

UDK 635.64:575.22

Nasleđivanje svojstava ploda paradajza

- Originalni naučni rad -

Tomislav ŽIVANOVIĆ¹, Radiša ĐORĐEVIĆ², Sanja VASILJEVIĆ³ i
Slaven PRODANOVIĆ¹

¹Poljoprivredni fakultet, Beograd-Zemun

²Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka

³Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

Izvod: Cilj ovog istraživanja je bio da se za tri svojstva paradajza (dužina ploda, prečnik ploda i broj komora u plodu) procene komponente genetičke varijabilnosti i heritabilnosti na bazi dijalelnog seta. Na varijabilnost ispitivanih svojstava značajno utiču ispitivani genotipovi. U odnosu na linije, hibridi su ispoljili veće srednje vrednosti za ispitivana svojstva. Za ispitivanje je odabrano šest linija paradajza poreklom iz domaćeg i introdukovanog selekcionog materijala. Genotipovi su se međusobno značajno statistički razlikovali po prosečnim vrednostima svojstava. Vrednosti aditivnih komponenti varijanse (D) su veće od dominantnih (H_1 i H_2) za sva svojstva osim za broj komora, što ukazuje da veći deo genetičke varijanse pripada delovanju aditivnog gena. Pozitivne vrednosti interakcije aditivni x dominantni efekat gena (F) za ispitivana svojstva, govori da je u nasleđivanju ovih svojstava veće učešće dominantnih alela. To potvrđuju i koeficijenti $H_2/4H_1$ (0,193-0,224) kao i odnos Kd/Kr koji su veći od jedinice (1,009-1,778). Vrednosti prosečnog stepena dominacije $\sqrt{H_1/D}$ koje su manje od jedinice za svojsva dužina i prečnik ploda ukazuju da se ova svojstva nasleđuju parcijalnom dominacijom. Za broj komora u plodu vrednost stepena dominacije je veća od jedan, što ukazuje da se ovo svojstvo nasleđuje dominacijom ili superdominacijom. Ove zaključke potvrđuju i visoke vrednosti heritabilnosti u širem i užem smislu koje su varirale od 94,71% do 99,14%, odnosno od 44,42 do 87,88%, kao i $VrWr$ regresije za ispitivana svojstva.

Ključne reči: Heritabilnost, komponente genetičke varijanse, paradajz, regresiona analiza, svojstva.

Uvod

Fenotipska varijabilnost kvantitativnih svojstava kontinuirana je i uslovljena genotipskom varijabilnošću, varijabilnošću usled uticaja faktora spoljne sredine i njihovom interakcijom. Analiza kontinuirane genetičke varijabilnosti se ne može zasnivati na izolovanju i merenju velikog broja pojedinačnih gena već se genski efekti moraju meriti zajedno da bi se korišćenjem složenih biometrijskih metoda mogle dobiti osnovne informacije o genetičkoj prirodi proučavana svojstva. Teoretske osnove genetičke analize variranja kvantitativnih svojstava postavio je **Fisher**, 1918. Prečnik i dužina ploda i broj komora u plodu su najvažnija morfološka i kvantitativna svojstva ploda paradajza koja indirektno utiču na prinos paradajza. Na ova svojstva, kao i na druga kvantitativna svojstva utiču genetički faktori, aditivni, **Sonone i sar.**, 1986, **Ramos i sar.**, 1993, **Sušić**, 1997, **Kamruzzahan i sar.**, 2000, **Živanović i sar.**, 2003, faktori spoljne sredine, gustina useva, **Kansler**, 1970, način gajenja, **Tamir**, 1985, mineralna ishrana, **Denis i sar.**, 1979, svojstva zemljišta, **Doss i sar.**, 1977, kao i njihova interakcija.

Pravilna ocena nasleđivanja svojstava može se izvršiti samo na osnovu analize genetičke varijabilnosti i heritabilnosti. **Hanson**, 1963, ističe da se heritabilnost (h^2) kao deo variranja zbog genetičke konstitucije roditelja može razmotriti kako u širem tako i u užem smislu. **Falconer**, 1960, ističe da bi prilikom procene vrednosti heritabilnosti trebalo imati u vidu da dobijena heritabilnost za neko svojstvo predstavlja vrednost koja se odnosi na određen genotip ili genotipove i određene uslove spoljne sredine. **Hayman**, 1954, i **Jinks**, 1954, su kroz svoja istraživanja nastajali da genetički analiziraju roditelje koji učestvuju u dijalelnim ukrštanjima, a metodama **Griffinga**, 1956, i **Kempthornea**, 1956, analizirane su početne populacije iz kojih su nastale roditeljski genotipovi. Razlika između ova dva metoda je ta što se primenom metode po **Haymanu**, 1954, genetička varijansa može razdvojiti na odgovarajuće komponente. Pored ovoga, prikazuje se i grafikon odnosa varijansi V_r/W_r .

Cilj ovog rada bio je se da na osnovu srednjih vrednosti procene komponente varijabilnosti i nasleđivanje svojstava ploda paradajza ispitivanih genotipova, kao i da se izvrši V_r/W_r regresiona analiza, što bi bilo od koristi praktičnoj selekciji.

Materijal i metode

Šest genotipova, linija, paradajza je odabrano za ukrštanje: 1. B-99 (linija poreklom iz lokalne populacije paradajza iz Boljevca), 2. Ma-127 (linija poreklom iz lokalne populacije paradajza iz Malog Zvornika), 3. M-29 (linija poreklom iz lokalne populacije paradajza iz Mačve), 4. ZJ-17 (linija poreklom iz lokalne populacije paradajza iz Zaječara), 5. Kz-13 (linija izvedena iz sorte kazanova) i 6. Az-09 (linija dobijena iz sorte arizona). Linije su poreklom iz domaćeg i introdukovanog selekcionog materijala. Ukrštanje je izvedeno po metodu punog dijalela bez recipročnog ukrštanja. Roditelji i F_1 hibridi su analizirani za sledeća svojstva: dužina

ploda (cm), širina ploda (cm) i broj komora po plodu. Svojstva ploda su ispitivane na uzorcima od 10 plodova po ponavljanju i za roditelje i za hibridne kombinacije. Ogled je postavljen po potpuno slučajnom blok sistemu u tri ponavljanja u Bijeljini u 2000. godini. Na osnovu srednjih vrednosti izvršena je analiza komponenti genetičke varijanse i regresiona analiza i urađeni su po modelu *Haymana*, 1954, *Jinksa*, 1954, i *Mathera* i *Jinksa*, 1971. Takođe, procenjena je i heritabilnost u užem i širem smislu.

Rezultati i diskusija

Šest linija, genotipova, paradajza poreklom iz domaćeg i introdukovanog selekcionog materijala su se međusobno značajno statistički razlikovali po svojstvima (Tabele 1 i 2).

Dužina ploda roditeljskih genotipova varirala je od 4,56 do 6,87 cm, a kod njihovih hibrida od 5,02 do 6,59 cm (Tabela 1). Slično prethodnom svojstvu, varirao je i prečnik ploda. Interval variranja kod roditeljskih linija je od 5,24 (Kz-13) do 8,20 cm (Az-09), a kod hibrida od 5,72 (ZJ-17 x Kz-13) do 7,53 (B-99 x Az-09).

Tabela 1. Srednje vrednosti svojstava paradajza - Mean Values of Studied Tomato Traits

Genotip Genotype	Dužina ploda, cm Fruit length, cm	Prečnik ploda, cm Fruit diameter, cm	Broj komora ploda No. of loculi/fruit
B-99	5,72	6,61	5,03
Ma-127	6,28	7,12	5,90
M-29	5,49	6,27	5,43
ZJ-17	5,14	5,71	4,99
Kz-13	4,56	5,24	3,20
Az-09	6,87	8,20	7,73
(B-99) x (Ma-127)	5,85	6,72	4,63
(B-99) x (M-29)	5,58	6,35	4,16
(B-99) x (ZJ-17)	5,32	6,04	4,61
(B-99) x (Kz-13)	5,19	5,81	6,76
(B-99) x (Az-09)	6,36	7,53	5,76
(Ma-127) x (M-29)	5,76	6,67	4,04
(Ma-127) x (ZJ-17)	5,20	5,75	3,48
(Ma-127) x (Kz-13)	4,99	5,74	3,21
(Ma-127) x (Az-09)	6,59	7,43	6,14
(M-29) x (ZJ-17)	5,43	6,02	3,51
(M-29) x (Kz-13)	5,18	5,99	3,50
(M-29) x (Az-09)	6,43	7,33	4,33
(ZJ-17) x (Kz-13)	5,02	5,72	3,19
(ZJ-17) x (Az-09)	5,95	6,80	4,22
(Kz-13) x (Az-09)	5,28	6,02	3,85
LSD	0,05 0,01	0,41 0,45	0,43 0,58
			0,34 0,45

Među roditeljskim linijama najveći broj komora je imala linija Az-09, a najmanji linija Kz-13. Broj komora kod hibrida je bio prosečno manji nego kod linija i kretao se od 3,19 (ZJ-17 x Kz-13) do 6,76 (B-99 x Kz-13).

Na varijabilnost ispitivanih svojstava značajno utiče genotip (Tabela 2).

Tabela 2. ANOVA, sredine kvadrata (MS) svojstava paradajza
ANOVA, Mean Squares (MS) of Tomato Traits

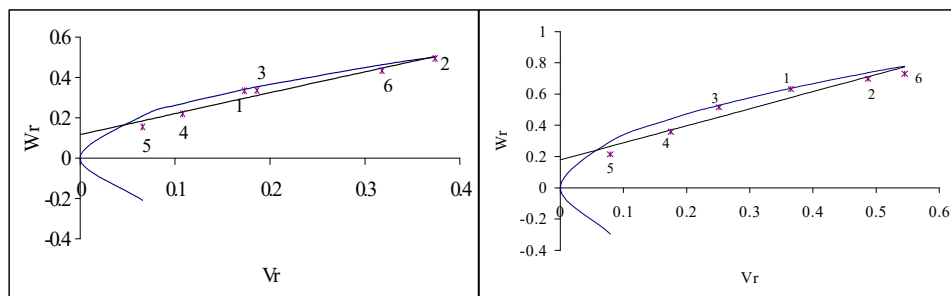
Izvori varijabilnosti Variation source	df	Dužina ploda, cm Fruit length, cm	Prečnik ploda, cm Fruit diameter, cm	Broj komora ploda No. of loculi/fruit
Ponavljanje - Replicates	2	0,05	0,34	0,01
Genotip - Genotype	20	1,09**	1,71**	4,72**
Greška - Error	40	0,09	0,07	0,04

Vrednosti aditivnih komponenti varijanse (D) su veće od dominantne (H_1 i H_2) za dužinu i prečnik ploda, što ukazuje da veći deo genetičke varijanse pripada delovanju aditivnih gena (Tabela 3). Za broj komora po plodu paradajza je dominantna varijansa veća od aditivne. Do sličnih zaključaka u svojim istraživanjima su došli *Sušić*, 1997, *Zdravković*, 1997, *Haydar i sar.*, 2007. Pozitivne vrednosti interakcije aditivni x dominantni efekat gena (F) za sva ispitivana svojstva, govore da je u nasleđivanju ovih svojstava veće učešće dominantnih alela. To potvrđuju i koeficijenti $H_2/4H_1$, koji su varirali od 0,193 do 0,224 kao i odnosi Kd/Kr koji su veći od jedinice (1,009-1,778). Vrednosti prosečnog stepena dominacije $\sqrt{H_1/D}$ koje su manje od jedinice (dužina i prečnik ploda) ukazuju da se ova svojstva nasleđuju parcijalnom dominacijom. Za broj komora po plodu vrednost stepena dominacije je

Tabela 3. Komponente genetičke varijanse i heritabilnost za svojstva paradajza
Components of genetics variability and heritability for tomato traits

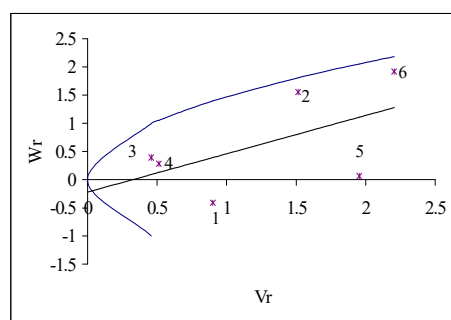
Komponente varijanse Components of variations	Dužina ploda, cm Fruit length, cm	Prečnik ploda, cm Fruit diameter, cm	Broj komora ploda No. of loculi/fruit
D	0,652	1,087	2,144
H1	0,120	0,218	4,615
H2	0,105	0,195	3,555
F	0,003	0,091	1,761
E	0,020	0,023	0,014
H2/4H1	0,217	0,224	0,193
U	0,681	0,660	0,740
V	0,319	0,340	0,260
$\sqrt{H_1/D}$	0,430	0,447	1,467
Kd/Kr	1,009	1,205	1,778
Vp	0,670	1,110	2,160
Vr	0,200	0,320	1,260
Wr	0,330	0,520	0,630
Vr	0,170	0,260	0,360
$h^2_{n.s.}$	0,8788	0,8766	0,4442
$h^2_{b.s.}$	0,9471	0,9604	0,9914

veći od jedan, što ukazuje da se ovo svojstvo nasleđuje dominacijom ili superdominacijom. Ovakav način nasleđivanja za ispitivana svojstva se mogao očekivati budući da je za njih ustanovljeno postojanje većeg broja gena čiji je efekat kumulativan, što u svojim istraživanjima iznose i **Ibriabia** i **Lambeth**, 1969, **Ibriabia i sar.**, 1995, **Bhardway** i **Sharma**, 2005. Ove zaključke potvrđuju i visoke vrednosti heritabilnosti u širem, i izrazito niže vrednosti heritabilnosti u užem smislu koje su varirale od 94,71% do 99,14%, odnosno od 44,42 do 87,88% (Tabela 3), kao i VrWr regresije za ispitivana svojstva (Grafikoni 1-3).



Grafikon 1. VrWr regresija za dužinu ploda
VrWr regression for the fruit length

Grafikon 2. VrWr regresija za prečnik ploda
VrWr regression for the fruit diameter



Grafikon 3. VrWr regresija za broj komora
ploda
VrWr regression for no. of loculi/fruit

Linija regresije je dosta blizu limitirajućoj paraboli kod prečnika i dužine ploda što ukazuje na delovanje aditivnog gena za ova svojstva (Grafikoni 1 i 2). Ovo je u skladu sa izračunatom vrednošću prosečnog stepena dominacije ($\sqrt{H_1/D}$), koji je manji od jedinice (Tabela 3). Za napred navedena svojstva linija regresije seče Wr osu iznad koordinatnog početka ($a > 0$) što ukazuje da je parcijalno dominantno delovanje gena najvažnije za nasleđivanje ovih svojstava (Grafikoni 1 i 2). Raspored tačaka dijagrama rasturanja ukazuje na genetičku divergentnost roditelja. Na osnovu položaja roditeljskih genotipova u odnosu na liniju regresije i udaljenost od koordinatnog početka može se uočiti da su linije ZJ-17 i Kz-13 nosioci dominantnih

gena, a linije Ma-127 i Az-09 kod dužine ploda (Grafikon 1). Za prečnik ploda linije ZJ-17 i Kz-13 nose veći broj dominantnih gena, a Ma-127 i Az-09 nose veći broj recesivnih gena (Grafikon 2).

Za svojstvo broj komora ploda vrednost a na y -osi je negativna, te linija regresije seče ovu osu ispod koordinatnog početka, pa se radi o superdominaciji pri nasleđivanju ovih svojstava (Grafikon 3). To je u skladu sa vrednošću prosečnog stepena dominacije $\sqrt{H_1/D}$ (Tabela 3), koji je veći od jedinice.

Posledica visokog efekta neaditivnih gena je visok heterozis. On se obično javlja u slučajevima kada je nasleđivanje superdominacija, **Haydar i sar.**, 2007. Približne vrednosti i ovakav način nasleđivanja za ispitivana svojstva u svojim istraživanjima iznose i **Ibariabria** i **Lamberth**, 1969, a koje su potvrdili **Ibariabria i sar.**, 1995. Relativno niske vrednosti heritabilnosti u užem smislu kod broja komora ploda uslovljena je malim udelom aditivnog dejstva gena, velikim uticajem faktora spoljne sredine i visokom frekvencijom dominantnih alela, **Mohanty**, 2002, i **Živanović i sar.**, 2003. Slične vrednosti za heritabilnosti za ova svojstva navodi i **Zdravković**, 1997.

Zaključak

Na osnovu dijalelnog ukrštanja (bez recipročnih) šest divergentnih genotipova paradajza utvrđen je način nasleđivanja i određene komponente genetičke varijanse za dužinu ploda, prečnik ploda i broj komora ploda. Istraživanja su zasnovana na podacima dobijenim u F_1 generaciji. Analizom komponenata varijanse ocenjeno je da glavni deo u nasleđivanju svojstava ploda aditivno delovanje gena. Izračunate visoke vrednosti za heritabilnost takođe ukazuju na značajnije učešće aditivnih gena. Na osnovu dobijenih rezultata zaključeno je da bi u oplemenjivanju paradajza na prinos trebalo vršiti selekciju genotipova sa visoko izraženim srednjim vrednostima za dužinu i prečnik ploda, sa krupnijim plodovima.

Literatura

- Bhardway, N.V.** and **M. K. Sharma** (2005): Genetic parameters and association in tomato. Bangladesh J. Agric. Res. **30** (1): 49-56.
- Denis, B., M. Marzse** and **Ch. Otto** (1979): The effect of fertilization on yield and quality of tomatoes and lettuce in greenhouses. Gartenbau - Wissenschaft **44** (2): 53-55.
- Doss, B.D., C.E. Evans** and **J.L. Turner** (1977): Influence of subsoil acidity on tomato yield and fruit size. J. Amer. Soc. Hort. Sci. **102** (5): 543-545.
- Falconer, S.D.** (1960): Introduction to Quantitative Genetics, ed. Oliver & Boyd, Edinburgh/London, pp. 129-140.
- Fisher, R.A.** (1918): The correlations between relatives on the supposition of Mendelian inheritance. Trans. Roy Soc. Edinb. **52**: 399-433.

- Fisher, H.E.** (1978): Heterosis. Genetik: Grundlagen, Erenbisse und Probleme in Einzeldarstellungen, VEB Gustov Fisher Verlag, Jena.
- Griffing, B.** (1956): A generalised treatment of the use diallel crosses in qualitative inheritance. *Heredity* 10: 31-50.
- Hanson, W.D.** (1963): Heritability. Statistical Genetics and Plant Breeding, Ed. W.D. Hanson y H.F. Robinson (eds). Natl. Acad. Sci. Natl. Res. Council. Publ. N° 982.
- Haydar, A.M., A. Mandal, M.M. Hannan, R. Karim, M.A. Razvy, U.K. Roy and M. Salahin** (2007): Studies on genetic variability and interrelationship among the different traits in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Middle-East J. Sci. Res. 2 (3-4): 139-142.
- Hayman, B. I.** (1954): The theory and analysis of diallel crosses. *Genetics* 39: 789-809.
- Ibarbia, E.A. and V.N. Lamberth** (1969): Inheritance of tomato fruit weight. *J. Amer. Hort. Sci.* 94: 498-500.
- Ibarbia, H.H., H.M. Hassan and M.A.E. Wahb-Allah** (1995): Heterosis and heritability estimation for some characters of some tomato cultivars and their hybrid combinations. *Alexandria J. Agr. Res.* 40 (2): 265-276.
- Jinks, J.L.** (1954): The analysis of continuous variation in a diallel cross of *Nicotiana rustica* varieties. *Genetics* 39: 767-788.
- Kamruzzahan, M., M. Hossion, R. Islam and M.F. Alam** (2000): Variability and correlation studies in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Bangladesh J. Genet. Biotech.* 1 (1): 21-26.
- Kansler, T.R.** (1970): Spacing-pruning effect on yield and fruit size distribution of trellised tomatoes. *Hort. Sci.* 5 (4): 354-355.
- Kempthorne, O.** (1956): The theory of the diallel cross. *Genetics* 41: 451-459.
- Mather, K. and J.L. Jinks.** (1971): Introduction to Biometrical Genetics, ed. Chapman and Hall, London.
- Mohanty, B.K.** (2002): Studies on variability, heritability, interrelationship and path analysis in tomato. *Ann. Agric. Res.* 33: 65-69.
- Ramos, B.F.F., A. Vallejo Cabrera and P.C. Travares De Melo** (1993): Genetic analysis of the character mean fruit weight and its components in a diallel cross between cultivars of tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.) *Acta Agronomica, Universidad Nacional de Colombia*, 43 (1/4): 15-29.
- Sonone, A.H., M.D. Yadav and M.V. Thombre** (1986): Combining ability for yield and its components in tomato. *J. Maharashtra Agr. Univ.* 11 (3): 288-290.
- Sušić, Z.** (1997): Uticaj germplazme roditelja na nasleđivanje osobina hibrida paradajza F1 generacije. Magistarski rad, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd.
- Tamir, K.H.** (1985): Uticaj načina orezivanja na prinos paradajza. Magistarski rad, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd.
- Zdravković, J.** (1997): Efekti gena za prinos, komponente prinosa i morfološke osobine paradajza (*Lycopersicum esculentum* Mill.). Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi sad.

Živanović, T., S. Krstanović i G. Šurlan Momirović (2003): Izbor osobina za procenu genetičke divergentnosti genotipova paradajza (*Lycopersicum esculentum* Mill.). Arh. poljopr. nauke **64** (227-228): 165-173

Primljeno: 31.07.2009.
Odobreno: 10.08.2009.

* *

 *

Inheritance of Tomato Hybrid Traits

- Original scientific paper -

Tomislav ŽIVANOVIĆ¹, Radiša ĐORĐEVIĆ², Sanja VASILJEVIĆ³ and
Slaven PRODANOVIĆ¹

¹Faculty of Agriculture, Belgrade-Zemun

²Institute for Vegetables Crops, Smederevska palanka

³Institute for Field and Vegetable Crops, Novi Sad,

Summary

On the basis of diallel crossing (without reciprocal) six divergent tomato genotypes, the mode of inheritance and the components of genetics variance were analysed for the fruit length, fruit width, and the number of loculi per fruit. A comparative trial with parental genotypes and F₁ hybrids of tomato was set at Bijeljina in 2000. The analysis of genetic variance components and regression analysis were done after *Jinks*, 1954, *Hayman*, 1954, *Mather* and *Jinks*, 1971. The investigation was based on the data of the F₁ generation. The analysis of components of genetic variance showed that the main part of genetic variance belonged to the additive gene effect for the fruit length and fruit width. The high values of heritability in breeding tomato for yield, genotypes with high average values for the fruit length and width should be selected. Dominant components (H₁ and H₂) of genetic variance were greater than additive ones (D) for the number of loculi per fruit. The high broad-sense heritability was registered for all traits, indicating a great significance of dominant genes for their expression. The highest narrow-sense heritability was detected for the fruit length and width, due to a higher frequency of additive genes.

Received: 31/07/2009

Accepted: 15/08/2009

Adresa autora:

Tomislav ŽIVANOVIĆ

Poljoprivredni fakultet

Nemanjina 6

11080 Beograd-Zemun

Srbija

E-mail: tomislav@agrif.bg.ac.rs